



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001189358 A**(43) Date of publication of application: **10.07.01**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/66**  
**G01B 11/30**  
**G06T 7/00**

(21) Application number: **11372661**(22) Date of filing: **28.12.99**(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor:  
**SHISHIDO CHIE**  
**TAKAGI YUJI**  
**SHIMODA ATSUSHI**  
**OBARA KENJI**  
**NAKAGAKI AKIRA**  
**ISOGAI SHIZUSHI**  
**OZAWA YASUHIKO**  
**BABA HIDEHARU**  
**WATANABE KENJI**

(54) **HIGH-POWER IMAGE AUTOMATIC COLLECTION METHOD AND SYSTEM OF SEMICONDUCTOR WAFER DEFECT**

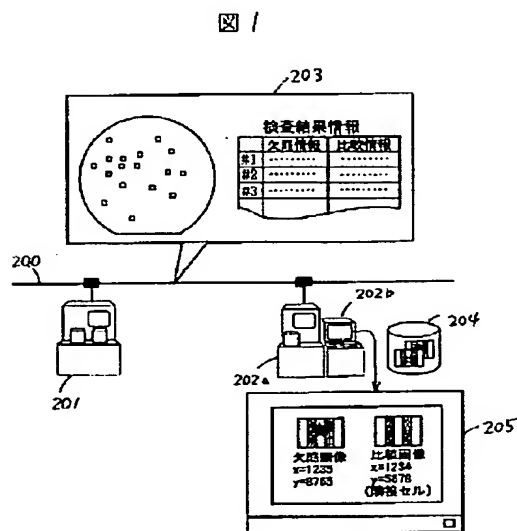
and the images are compared with each other to locate the position of the defect.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve the problems, in which long time and labor are required to carry out review operation for improvement in quality and yield of a semiconductor because an inspection device indicates a large number of defects, and cope especially with the operation among the review operation to collect high magnification images by the use of a microscope system for strong desire for automation.

**SOLUTION:** The inspection device detects defects in a semiconductor wafer through a comparison inspection in which repeated patterns are compared with each other taking advantage of the repeatability of the patterns formed on the semiconductor wafer, so that data as to what part of the defects should be compared with each other for detection of defects are stored in the check device. Then, not only the data on defects but also the data on objects of comparison are included in data on inspection result in a microscope system, the image of a defect and the image of an object of comparison are detected, based on the data on the object of comparison,



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-189358

(P2001-189358A)

(43) 公開日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマート(参考)

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

J 2 F 0 6 5

G 0 1 B 11/30

G 0 1 B 11/30

A 4 M 1 0 6

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/62

4 0 5 A 5 B 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平11-372661

(22) 出願日

平成11年12月28日 (1999. 12. 28)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 矢戸 千絵

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 高木 裕治

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株

式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

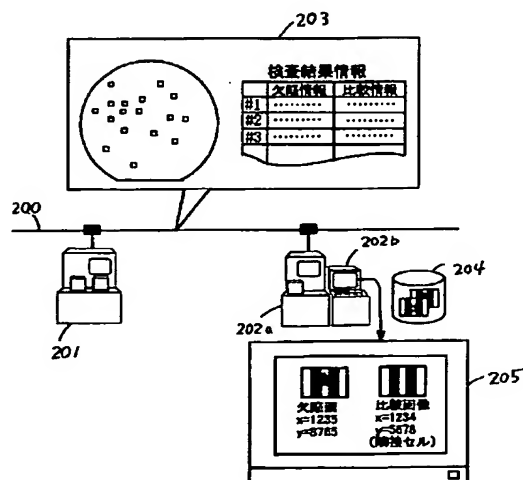
(54) 【発明の名称】 半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集方法およびそのシステム

(57) 【要約】

【課題】半導体の品質向上、歩留まり向上のために実施されるレビュー作業は、検査装置がしばしば膨大な数の欠陥を指摘することもあるため、大変な時間と労力を要するものであった。レビュー作業のうち、特に、顕微鏡システムでの高倍率の画像を収集する作業の自動化が強く望まれていた。

【解決手段】検査装置は、半導体ウェーハ上のパターンの繰り返し性を利用して、繰り返しパターン同士の比較検査により欠陥を検出しているため、欠陥部の比較対象をどの場所にすべきかの情報を持っている。そこで、検査結果情報に、欠陥の情報だけでなく、比較対象に関する情報を含めるようにし、顕微鏡システムでは、比較対象情報に基づき、欠陥部の画像と、比較対象部の画像を検出してそれらの画像比較により欠陥位置を特定するようにした。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを第1の倍率で撮像して得た画像から前記回路パターンの欠陥を検出して該検出した欠陥の位置情報を出力する検査手段と、該検査手段で検出した欠陥の位置情報を受けて該欠陥を前記第1の倍率よりも高い第2の倍率で撮像することにより該欠陥の画像を得て該欠陥に関する情報を画面上に表示する高倍率画像取得手段と、該高倍率画像取得手段で取得した画像を記憶する記憶手段とを備えたことを特徴とする半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項2】半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを第1の倍率で順次撮像する撮像部と、該撮像部で撮像して得た前記回路パターンの画像と該画像の比較対象となる比較画像とを用いて前記回路パターンの欠陥を検出する欠陥検出部と、該欠陥検出部で検出した欠陥の位置情報を出力する出力部とを有する検査手段と、該検査手段から出力された欠陥の位置情報を受けて該欠陥と該欠陥に対応する比較対象部とを前記第1の倍率よりも高い第2の倍率で撮像する撮像部と、該撮像部で撮像して得た前記欠陥の画像と前記比較部の画像とに関する情報を画面上に表示する表示部とを有する高倍率画像取得手段と、該高倍率画像取得手段で取得した欠陥の画像と比較対象の画像とを記憶する記憶手段とを備えたことを特徴とする半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項3】前記高倍率画像取得手段は、前記欠陥の画像と共に、該欠陥の位置に関する情報も画面上に表示することを特徴とする請求項1又は2に記載の半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項4】半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを第1の倍率で撮像して第1の画像を得る第1の画像取得手段と、該第1の画像取得手段で取得した前記第1の画像から前記回路パターンの欠陥を検出して該検出した欠陥の位置情報を出力する欠陥検出手段と、該欠陥検出手段から出力された前記欠陥の位置情報を受けて該欠陥を前記第1の倍率よりも高い第2の倍率で撮像して第2の画像を得る第2の画像取得手段と、該第2の画像取得手段により取得した前記第2の画像を処理して該第2の画像に関する情報を出力する画像処理手段と、該画像処理手段で処理した画像を記憶する記憶手段とを備えたことを特徴とする半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項5】前記欠陥検出手段は、第1の画像取得手段で取得した前記第1の画像から比較画像を作成し、前記第1の画像と前記比較画像とを用いて前記回路パターンの欠陥を検出することを特徴とする請求項4記載の半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項6】前記画像処理手段は、前記比較画像を、前記第2の画像と同じ倍率で拡大して該第2の画像と共に

画面上に表示することを特徴とする請求項5記載の半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項7】前記画像処理手段は、前記第2の画像を処理して前記欠陥の高倍率の画像を得、該高倍率な欠陥の画像を、該欠陥の位置に関する情報と共に画面上に表示することを特徴とする請求項4記載の半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項8】前記画像処理手段は、前記第2の画像を処理して前記欠陥の高倍率の画像を得、該高倍率な欠陥の画像を、該欠陥の位置に関する情報と共に画面上に表示することを特徴とする請求項4記載の半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項9】前記画像処理手段は、前記第2の画像を処理して、前記欠陥の大きさ又は周囲長の何れかを含む欠陥の特徴量に関する情報を出力することを特徴とする請求項4記載の半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項10】半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを撮像して第1の画像を得る第1の画像取得手段と、該第1の画像取得手段で取得した前記第1の画像から前記回路パターンの欠陥を検出して該検出した欠陥の位置情報を出力する欠陥検出手段と、該欠陥検出手段から出力された前記欠陥の位置情報を受けて詳細に観察する欠陥を選択する欠陥選択部と、該欠陥選択部で選択した欠陥の位置情報を受けて該欠陥を撮像して第2の画像を得る第2の画像取得手段と、該第2の画像取得手段により取得した前記第2の画像を処理して該第2の画像に関する情報を出力する画像処理手段と、該画像処理手段で処理した画像を記憶する記憶手段とを備えたことを特徴とする半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項11】前記第1の画像取得手段と前記第2の画像取得手段は、何れも光学式顕微鏡を用いた画像取得手段であることを特徴とする請求項4乃至10の何れかに記載の半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項12】前記第1の画像取得手段は、光学式顕微鏡を用いた画像取得手段であり、前記第2の画像取得手段は、走査型電子顕微鏡を用いた画像取得手段であることを特徴とする請求項4乃至10の何れかに記載の半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項13】半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを撮像して得た画像を用いて前記回路パターンの欠陥を検出し該検出した欠陥の位置情報を出力する欠陥検出手段と、該欠陥検出手段から出力された前記欠陥の位置情報を受けて該欠陥を撮像して該欠陥の詳細な画像を得る詳細画像取得手段と、該詳細画像取得手段により取得した前記欠陥の詳細な画像を処理して前記欠陥を分類する欠陥分類手段と、該欠陥分類手段で分類した欠陥に関する情報を表示する表示手段とを備えたことを特徴と

する半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システム。

【請求項14】半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを第1の倍率で撮像して前記回路パターンの第1の倍率の画像を得、該得た第1の倍率の画像を用いて前記回路パターンの欠陥を検出し、該検出した欠陥の位置情報を用いて該欠陥を前記第1の倍率よりも高い第2の倍率で撮像して該欠陥の第2の倍率の画像を得、該欠陥の第2の倍率の画像を処理して前記欠陥に関する情報を画面上に表示し、該欠陥に関する情報を記憶手段に記憶することを特徴とする半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集方法。

【請求項15】半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを第1の倍率で撮像して前記回路パターンの第1の倍率の画像を得、該得た第1の倍率の画像を用いて比較画像を作成し、前記第1の倍率の画像と前記比較画像とを比較することにより前記回路パターンの欠陥を検出し、該検出した欠陥の位置情報を用いて該欠陥を前記第1の倍率よりも高い第2の倍率で撮像して該欠陥の第2の倍率の画像を得、該欠陥の第2の倍率の画像を処理して前記欠陥に関する情報を画面上に表示し、該欠陥に関する情報を記憶手段に記憶することを特徴とする半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集方法。

【請求項16】前記欠陥の第2の倍率の画像を用いて第2の倍率の比較画像を作成し、前記欠陥の第2の倍率の画像と前記第2の倍率の比較画像とを処理し、該処理した欠陥の第2の倍率の画像と第2の倍率の比較画像とを画面上に表示することを特徴とする請求項13記載の半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集方法。

【請求項17】半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを撮像して前記回路パターンの第1の画像を得、該第1の画像を用いて前記回路パターンの欠陥を検出して該欠陥の位置情報を求め、該検出した欠陥の位置情報に基づいて該欠陥の中から詳細に観察する欠陥を選択し、該選択した欠陥の位置情報を用いて該選択した欠陥を撮像して該欠陥の第2の画像を得、該第2の画像を処理して前記欠陥に関する情報を求め、該求めた欠陥に関する情報を画面上に表示し、該求めた欠陥に関する情報を記憶手段に記憶することを特徴とする半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集方法。

【請求項18】半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを撮像して該回路パターンの画像を得、該得た画像を用いて前記回路パターンの欠陥を検出して該欠陥の位置情報を求め、該求めた欠陥の位置情報を受けて該欠陥を撮像して該欠陥の詳細な画像を取得し、該取得した前記欠陥の詳細な画像を処理して前記欠陥を分類し、該分類した欠陥に関する情報を画面上に表示し、該分類した欠陥に関する情報を記憶手段に記憶することを特徴とする半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体の製造プロセスで発生した欠陥について、半導体ウェーハ欠陥検査装置によりその存在を確認した後に、電子顕微鏡等の顕微鏡システムにおいて、欠陥部の高倍率の画像を自動的に取得するための方法およびそのシステムに関するものである。

【0002】また、本発明は、そうして収集された欠陥部の画像の自動分類する方法およびそのシステムに関するものである。

【0003】

【従来の技術】従来より、半導体の開発、製造分野では、製品の品質向上、製造歩留まり向上のために、半導体ウェーハ欠陥検査装置（以下単に検査装置と呼ぶ）を導入して、製造工程途中の製品上に発生する欠陥を検出し、検査結果を製造プロセスにフィードバックすることが行われてきた。検査装置は、主として、欠陥の位置と数を出力するが、一般に欠陥の種類や欠陥の重大性についての情報は得られない。こうした情報を得るには、検査装置で検出された個々の欠陥を光学式顕微鏡あるいは、電子顕微鏡等を用いて詳細に観察すること（以下レビュー作業と呼ぶ）が必要である。

【0004】従来のレビュー作業は、検査装置が提供する欠陥の位置情報に基づいて、座標機能付き電子顕微鏡等を用いて、オペレータが詳細な観察が可能な程度の高倍率の欠陥画像を取得し、欠陥画像を観察して欠陥の種類や重大性の解明、あるいは欠陥発生原因の推定を行っていたが、検査装置はしばしば膨大な数の欠陥を指摘するため、大変な時間と労力を要するものであった。

【0005】レビュー作業の自動化の試みとしては、特開平9-139406号公報には、欠陥部観察用の高分解能画像取得を自動化する技術が開示されている。ここでは、検査装置の欠陥位置情報を基に、座標機能付き電子顕微鏡の視野を欠陥位置に設定し、観察倍率を検査装置と電子顕微鏡の座標誤差を許容しうる最大値に設定して欠陥部位の画像を撮像し、次に前記画像を処理することにより、欠陥の存在箇所を特異点として特定し、特定した欠陥位置に基づき観察に最適な倍率にて欠陥部を撮像すると述べられている。そして、特異点の特定方法としては、欠陥の存在位置に応じて、（1）欠陥の存在位置が半導体記憶装置部のような単純繰り返しパターンの場合には欠陥部位の画像を任意のサイズに分割してパターンマッチングを行うことにより欠陥位置を特定し、

（2）欠陥の存在位置が半導体論理回路部のようなランダムパターンの場合には、更に隣接するチップの相対応する部位の画像を撮像し、欠陥部位の画像と、隣接するチップの相対応する部位の画像をパターンマッチングすることにより欠陥位置を特定する方法が示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前記、従来の技術は、欠陥部観察用の高分解能画像取得の自動化を狙ったものであるが、上記欠陥の存在位置を特定する段階において、オペレータが介入せざるを得ないという問題がある。すなわち、欠陥の存在位置が、半導体記憶装置部のような単純繰り返しパターン上なのか、それとも、半導体論理回路部等のようなランダムパターン上なのかを知る術がないため、実際は、一旦、欠陥部位の画像を観察することが必要となる。また、欠陥の存在位置が半導体記憶装置部のような単純繰り返しパターンの場合には欠陥部位の画像を任意のサイズに分割すればよいと述べられているが、実際には任意のサイズに分割したのでは、欠陥位置を特定できるとは限らない。単純繰り返しのパターンの周期を考慮して分割する必要がある、ここでもまた、オペレータによる、パターンピッチの計測、および計測値の入力が必要となる。

【0007】本発明の目的は、オペレータが介入することなく、確実に欠陥部の高倍率画像を収集することである。また、本発明の別の目的は、欠陥の種類や重大性の解明、あるいは欠陥発生原因の推定がしやすいように、収集した画像を表示することである。また、本発明の別の目的は、収集した画像を自動分類することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システムを、半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを第1の倍率で撮像して得た画像から回路パターンの欠陥を検出してこの検出した欠陥の位置情報を出力する検査手段と、この検査手段で検出した欠陥の位置情報を受けてこの欠陥を第1の倍率よりも高い第2の倍率で撮像することにより欠陥の画像を得て欠陥に関する情報を画面上に表示する高倍率画像取得手段と、この高倍率画像取得手段で取得した画像を記憶する記憶手段とを備えて構成した。

【0009】また、上記目的を達成するために、本発明では、半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システムを、半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを第1の倍率で順次撮像する撮像部と、この撮像部で撮像して得た回路パターンの画像とこの画像の比較対象となる比較画像とを用いて回路パターンの欠陥を検出する欠陥検出部と、この欠陥検出部で検出した欠陥の位置情報を出力する出力部とを有する検査手段と、この検査手段から出力された欠陥の位置情報を受けて欠陥とこの欠陥に対応する比較対象部とを第1の倍率よりも高い第2の倍率で撮像する撮像部と、この撮像部で撮像して得た欠陥の画像と比較部の画像とに関する情報を画面上に表示する表示部とを有する高倍率画像取得手段と、この高倍率画像取得手段で取得した欠陥の画像と比較対象の画像とを記憶する記憶手段とを備えて構成した。

【0010】更に、上記目的を達成するために、本発明

では、半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システムを、半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを第1の倍率で撮像して第1の画像を得る第1の画像取得手段と、この第1の画像取得手段で取得した第1の画像から回路パターンの欠陥を検出してこの検出した欠陥の位置情報を出力する欠陥検出手段と、この欠陥検出手段から出力された欠陥の位置情報を受けて欠陥を第1の倍率よりも高い第2の倍率で撮像して第2の画像を得る第2の画像取得手段と、この第2の画像取得手段により取得した第2の画像を処理して第2の画像に関する情報を出力する画像処理手段と、この画像処理手段で処理した画像を記憶する記憶手段とを備えて構成した。

【0011】更に、上記目的を達成するために、本発明では、半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システムを、半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを撮像して第1の画像を得る第1の画像取得手段と、この第1の画像取得手段で取得した第1の画像から回路パターンの欠陥を検出してこの検出した欠陥の位置情報を出力する欠陥検出手段と、この欠陥検出手段から出力された欠陥の位置情報を受けて詳細に観察する欠陥を選択する欠陥選択部と、この欠陥選択部で選択した欠陥の位置情報を受けて欠陥を撮像して第2の画像を得る第2の画像取得手段と、この第2の画像取得手段により取得した第2の画像を処理して第2の画像に関する情報を出力する画像処理手段と、この画像処理手段で処理した画像を記憶する記憶手段とを備えて構成した。

【0012】更に、上記目的を達成するために、本発明では、半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システムを、半導体ウェーハ上に形成された回路パターンを撮像して得た画像を用いて回路パターンの欠陥を検出しこの検出した欠陥の位置情報を出力する欠陥検出手段と、この欠陥検出手段から出力された欠陥の位置情報を受けて欠陥を撮像して欠陥の詳細な画像を得る詳細画像取得手段と、この詳細画像取得手段により取得した欠陥の詳細な画像を処理して欠陥を分類する欠陥分類手段と、この欠陥分類手段で分類した欠陥に関する情報を表示する表示手段とを備えて構成した。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図を参照して説明する。

【0014】図1は、本発明の第1の実施の形態に係わる、半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システムの全体構成を示す図である。201は半導体ウェーハ検査装置（以下、単に検査装置と呼ぶ）、202は顕微鏡システムで、試料の画像を取得する顕微鏡部202aと、顕微鏡システムの動作を制御や画像処理等を行う計算機部202bとからなる。顕微鏡システム202はネットワーク200を介して、検査結果情報203を受け取れるようになっている。検査装置201や顕微鏡システム202からの検査データは、ネットワーク200を

10

20

30

40

50

介して記憶装置204に記憶され、必要に応じて呼び出すことができる。また、顕微鏡システム202で検出した欠陥の画像は、顕微鏡システム202のレビュー用モニタ205の表示画面上に表示されるとともに、ネットワーク200を介して記憶装置204に記憶される。

【0015】検査対象物である半導体ウエハ1には、図2に示すように、最終的に同一の製品となるチップ1aが多数配列されている。チップ1aの内部のパターンレイアウトは、同図の拡大図に示すように、メモリセルが2次元的に同一ピッチで規則的に配列しているメモリマ

ット部1cと、周辺回路部1bとからなる。通常、この半導体ウエハ1のパターン検査は、あるチップ（例えばチップ1d）での検出画像を記憶しておき、別のチップ（例えばチップ1e）での検出画像とを比較する（以下「チップ比較」と呼ぶ）、あるいは、あるメモリセル（例えばメモリセル1f）での検出画像を記憶しておき、別のセル（例えばセル1g）での検出画像とを比較する（以下「セル比較」と呼ぶ）、ことにより実施される。あるいは、セル比較とチップ比較を並列に実施する場合もある（以下「チップ・セル混合比較」と呼ぶ）。

【0016】検査装置201で半導体ウエハを検査するには、検査に先立ち、比較対象に関する情報、すなわち、パターンの繰り返し周期（メモリセル間の間隔やチップ間隔）と繰り返しの方向に関する情報と、半導体ウエハ上のどの領域をセル比較で検査するかについての情報を検査装置に入力しておく必要がある。言い換えれば、検査装置はそれぞれの欠陥部に対して、その欠陥がどこと比較検査した結果検出されたという情報を有している。本発明では、検査結果情報に、欠陥の位置や、欠陥の特徴量等から構成される欠陥情報に加えて、上記したような比較対象に関する情報を付加した形で、図1に示すような検査結果情報203として顕微鏡システム202に情報を提供するように構成した。

【0017】顕微鏡システム202では、セットされたウエハに対応する検査結果情報203から得られる欠陥の位置情報に基づいて、欠陥部の高倍率画像を順次取得し、その表示や保存を行うようなシーケンスが組まれている。この際、高倍率での視野は、検査結果情報203から得られる欠陥の位置情報の精度に比べて十分に広くないため、検査結果情報203から得られる欠陥の位置情報だけでは、始めから高倍率の画像を取得しようとしても、視野からはずれてしまう事態が起こりうる。そこで、本発明では、検査結果情報203から得られる欠陥の位置情報に基づいて始めに低倍率にて欠陥部の画像を撮像し、さらに、検査結果情報203から得られる比較対象情報に基づき比較対象部の画像を、同じ倍率で撮像する。そして、それらの画像の比較を計算機上で行い、欠陥部の位置が視野上のどこであるかを特定する。顕微鏡システムの座標系でも欠陥の位置座標が判明すれば、そこに視野の中心に移動させて（走査型電子顕微鏡

ならば、判明した欠陥座標を中心とするより狭い領域を電子線が走査するようにして）高倍率の画像が撮像できる。そして、欠陥の位置座標に対応する、比較対象部画像上の位置座標に対応する座標も判明するため、同様に、比較対象部の高倍率画像も撮像できる。以上、低倍率の画像取得に始まり、高倍率の欠陥部画像と比較対象部の画像を取得する処理は、検査結果情報203のみを用いて、検査結果情報203に含まれる欠陥に対して、順次実施するようシーケンスを組むことが可能であり、オペレータの介入を必要としない。なお、顕微鏡システムは、既に一般的となっている機能である、アライメントマークを自動検出してウエハの位置決めを行う機能、撮像箇所のオートフォーカス機能、オートゲインコントロールによる適切な明るさの画像を検出する機能、電子顕微鏡であれば、自動的にスティグマを調整する機能等を備えたものであることはいうまでもない。本発明によれば、検査装置の検査結果情報に、各欠陥の位置情報のみならず、比較対象情報が含まれるため、顕微鏡システムにおいては、この情報に基づいて、欠陥部の画像と、相対応する比較対象部の画像を検出して、それらを画像比較することにより、顕微鏡システムの座標系での欠陥部の位置を算出することができると、オペレータが介入せずに、確実に欠陥部の高倍率画像を収集することが可能となる。

【0018】この収集された高倍率の欠陥部画像と比較対象部の画像を用いて、計算機部202bで画像処理を行い、その結果が、図1に示すように、レビュー用モニタ205上に画像に付随する情報（例えばチップ上の位置情報）と共に表示することができる。また、画像処理の結果は、ネットワーク200を介して記憶装置204に記憶される。

【0019】また、欠陥部と比較対象部との高倍率画像を、それらの位置関係に関するデータと共にレビュー用モニタ205上に表示することができるため、観察者にとって、欠陥の種類の識別、欠陥の重大性の判断が容易になるという利点も有す。

【0020】図3は、光学式の半導体ウエハ欠陥検査装置の概略構成を示す図である。図3において、被検査物であるウエハ1は、照明用ランプ3により、ハーフミラーを介して照明され、ウエハ100からの反射光は、対物レンズ5により、イメージセンサ6上に結像される。イメージセンサとしては、例えばTDI (Time Delay & Integration)ラインセンサが好適である。そして、ステージ2により、ウエハをイメージセンサの走査と直交する方向、即ちX方向に移動させることによって被検査パターンの2次元の画像を検出することができる。イメージセンサ6の出力信号S10はAD変換器8によってデジタル信号に変換される。デジタル信号s1は、遅延回路9によってウエハが1チップ分あるいは1セル分移動する時間だけ電氣的に遅らされる。ウエ



ハが1チップ分移動する時間にすれば、もとの信号S1と遅延回路9の出力信号S2はそれぞれ、隣接するチップ、例えば図2の1e、1dの画像信号に相当することになり、1e、1dの検出画像を比較しているのと等価になる。ウエハが1セル分移動する時間にした場合も同様で、もとの信号S1と遅延回路9の出力信号S2はそれぞれ、隣接するセル、例えば図2の1f、1gの画像信号に相当することになり、1f、1gの検出画像を比較しているのと等価になる。s1とs2は位置合わせ回路10において、位置合わせされた後、比較回路11において比較され欠陥部が抽出される。抽出された欠陥は、特徴抽出回路12において、欠陥のサイズ、周囲長といった特徴量が算出される。図2は、セル比較、チップ比較のいずれかを行う構成であるが、遅延量の異なる遅延回路を複数個持ち、さまざまな比較間隔での検査を平行して行う装置構成も可能である。

【0021】図4は、検査結果情報の一例である。本発明においては、前述のように、欠陥の位置、特徴量に加えて、比較対象情報として、セル比較により検出された欠陥であるか、チップ比較で検出された欠陥であるかの区別、および、図2を例に取れば、チップ間隔d1、セル間隔d2が付加される。

【0022】また、図5は、電子線式の半導体ウェハ欠陥検査装置の概略構成を示す図である。図5に示す如く、電子銃31を出た電子ビームは、コンデンサレンズ32、対物レンズ33を経て、試料面では画素サイズ程度のビーム径に絞られる。電子線が照射されると、検査対象物(ウエハ)100からは電子が発生する。走査偏向器34による電子線のX方向の繰り返し走査と、ステージ132による検査対象物(試料)100のY方向の連続的な移動に同期して検査対象物100から発生する電子を検出することで、検査対象物の2次元の電子線像が連続的に得られる。試料から発生した電子は検出器25で捕らえられ、アンプ26で増幅された後、AD変換器8によってデジタル信号S1に変換される。以降の処理は、図3の光学式検査装置と同様である。

【0023】図6から図10は、顕微鏡システム202において、検査結果情報203を用いて欠陥部の位置を特定し、欠陥部の高倍率画像、および比較対象部の高倍率画像を得る処理の流れを示す図である。

【0024】図6では、検査結果情報203に含まれる欠陥の位置情報に基づき欠陥部を含む画像1を、比較対象情報に基づき比較対象部を含む画像2を、検査装置欠陥座標の精度を考慮して、画像から欠陥部がはずれない程度の低倍率で撮像して計算機に取り込み、計算機にて画像1と画像2との画像比較を行って欠陥を検出することにより顕微鏡システムの座標系での欠陥の位置座標を特定する。そして、特定した位置座標を用いて高倍率にて欠陥部の画像を取得する。

【0025】図7では、計算機にて画像1と画像2との

画像比較を行って欠陥を検出することにより顕微鏡システムの座標系での欠陥の位置座標を特定すると共に、低倍率で撮像した比較対象画像上の相対応する位置座標を算出し、特定した位置座標を用いて、高倍率にて欠陥部の画像及び、比較対象部の画像を取得する。

【0026】図8では、結果情報に含まれる欠陥の位置情報に基づき検査装置欠陥座標の精度を考慮して、画像から欠陥部がはずれない程度の低倍率で撮像して前記計算機に取り込み、計算機にて画像1を座標変換して比較対象画像1を作成し、画像1と画像1との画像比較を行って欠陥を検出することにより顕微鏡システムの座標系での欠陥の位置座標を特定する。なお、同図のように、同一の画像から作成した画像であるため、画像比較を行うと欠陥部が2箇所現れるが、座標変換の仕方が分かっているのだから、いずれの欠陥部から欠陥位置を特定すべきかは分かる(この図の例では、画像1を上にならして画像1を生成したのだから、本の画像1の座標系での欠陥の座標は、2箇所現れたうちの下側の欠陥の座標である)。そして、特定した位置座標を用いて高倍率にて欠陥部の画像を取得する。

【0027】図9では計算機にて画像1と画像1との画像比較を行って欠陥を検出することにより顕微鏡システムの座標系での欠陥の位置座標を特定し、さらに、特定した位置座標と比較対象情報とから、欠陥部の位置に対応する比較対象部の位置座標も特定する。そして、特定した位置座標を用いて高倍率にて、欠陥部の画像、および、比較対象部の画像を取得する。

【0028】図10は、特に顕微鏡システムが走査型電子顕微鏡である時についての処理の流れを示した図である。欠陥の位置座標と、比較対象部の位置座標を特定するまでは図9と同様であるが、走査型電子顕微鏡の場合は、電子線の走査位置を、特定した座標近傍に限定することによって、高倍率の画像を検出する。

【0029】なお、図9、図10のように、同一画像から欠陥位置を特定するための比較対象画像を作成する方式は常に使えるわけではない。同一画像をずらすと、画像の有効領域が狭くなり、(例えば、図9、図10は上下に画像をずらしているため、上下方向の有効幅が狭くなる)、あるいはなくなってしまうからである。本発明では、比較対象情報に含まれている比較対象との間隔が一定値以内であれば同一画像から欠陥位置を特定するための比較対象画像を作成する方式を(：同一画像方式)、一定値を超えたならば、別の画像を撮像する図6、図7の方式(：別画像方式)をとるように自動的に切り替えることが可能である。これは、検査結果情報を受け取った段階で、比較対象との間隔が判明している本発明ならではの効果である。

【0030】なお、本発明は、顕微鏡システムの検出系が、通常の光学式顕微鏡や、走査型電子顕微鏡に限定されるものではなく、レーザ走査顕微鏡、共焦点顕微鏡、

蛍光顕微鏡、収束イオンビーム装置などにも転用可能であることはいうまでもない。

【0031】図11は、本発明の第2の実施の形態の全体構成を示す図である。図1に示す第1の実施の形態と異なる点は、検査装置201の検査結果情報をそのまま顕微鏡システム202に流さずに、計算機206にて、顕微鏡システムで高倍率の画像を取得すべき欠陥を選抜するようにしている点である。選抜には、主として、欠陥位置の分布状況を用いる。例えば、全チップの同一箇所10に欠陥が発生しているならば、それら全てをレビューする必要はないため、そのうちの数個のみに対して、高倍率画像の取得を指示するフラグを付す。また、例えば、ウェーハの中央付近と、外周付近のそれぞれに特徴的な欠陥の分布があれば、それぞれの分布から数点を選ぶ。また、例えば、これまでの来歴から、すでに欠陥の種類や発生原因が明らかになっているような分布の仕方であれば、改めて高倍率の画像による観察をする必要はないため、高倍率画像の取得を指示するフラグを付さないようにする。本実施例によれば、欠陥の絞り込みが予めなされているため顕微鏡システムでの画像収集時間が短縮できると共に、画像確認作業時間の短縮も図れるようになる。

【0032】図12は、本発明の第3の実施の形態の全体構成を示す図である。本実施例においては、第1あるいは第2の実施の形態によって収集され記憶装置204に記憶された高倍率の画像を用いて、欠陥自動分類用計算機207で欠陥画像の自動分類を行い、その結果を、欠陥自動分類用計算機207のディスプレイ上に表示する。本発明では、欠陥部の高倍率画像と、ほぼ位置のあった状態の比較対象画像がすでに収集されているため、欠陥部と背景との切り離しといった、欠陥の自動分類における基本的処理が確実に実施できる。そして、背景から分離した、「背景なし欠陥画像」に対して、画像処理により種々の特徴量、例えば、テクスチャーの荒さ、形状のいびつさ、明るさ、円形度、長細さ等を算出し、特徴量によって、欠陥の種類分けを行うことができる。この「背景なし欠陥画像」を用いて欠陥の種類分けをした結果は、欠陥自動分類用計算機207のディスプレイ上に表示される。また、欠陥の種類分けをした結果を、ネットワーク200を介して記憶装置204に記憶しておき、必要に応じて呼び出すこともできる。この本実施例では、高倍率の画像収集だけでなく、画像を用いた判断作業も自動化されるため、レビュー作業のより高速化が可能となる。

#### 【0033】

【発明の効果】本発明によれば、検査装置の検査結果情報に、各欠陥の位置情報のみならず、比較対象情報が含まれるため、顕微鏡システムにおいては、この情報に基づいて、欠陥部の画像と、相対応する比較対象部の画像を検出して、それらを画像比較することにより、顕微鏡

システムの座標系での欠陥部の位置を算出することとができるため、オペレータが介在せずに、確実に欠陥部の高倍率画像を収集することが可能となる。

【0034】また、本発明によれば、検査装置の検査結果情報に、各欠陥の位置情報のみならず、比較対象情報が含まれるため、顕微鏡システムにおいては、この情報に基づいて、欠陥部の画像と、相対応する比較対象部の画像を検出して、それらを画像比較することにより、顕微鏡システムの座標系での欠陥部の位置を算出することとができるため、オペレータが介在せずに、確実に欠陥部の高倍率画像、および、相対応する比較対象部の高倍率の画像の対を収集することが可能となる。

【0035】また、本発明によれば、検査結果情報に含まれる欠陥の位置座標と、特徴量とにより顕微鏡システムで高倍率の画像を収集する欠陥の絞り込み済みを行い、絞り込み済みの検査結果情報を、顕微鏡システムに提供するため、顕微鏡システムでの画像収集時間が短縮できると共に、画像確認作業時間の短縮も図れるようになる。

【0036】また、本発明によれば、欠陥部の高倍率画像と、比較対象部の高倍率画像を、それらの位置関係に関するデータと共に画面上に表示することができるため、観察者にとって、欠陥の種類の識別、欠陥の重大性の判断が容易になる。

【0037】また、本発明により収集された、欠陥部の高倍率画像と、比較対象部の高倍率画像を自動欠陥分類システムにおいて使用する場合は、ほぼ、位置のあった状態の比較対象画像がすでに準備されているわけであるため、欠陥部と背景との切り離しといった、欠陥の自動分類における基本的処理が確実に実施できるようになる。

【0038】また、本発明によれば、欠陥の自動分類システムにおいては、比較対象画像も、欠陥部の存在箇所を示す画像として使用できるため、従来よりも自動分類の高度化が可能となる。

【0039】さらにまた、本発明によれば、従来より、多大な労力と時間を要していたレビュー作業の省力化、迅速化が可能となり、欠陥の種類や重大性に関する情報がより、容易に得ることができるようになるという効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明による半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システムの第1の実施の形態の全体構成を示す正面図である。

【図2】図2は、半導体ウェーハ上のパターンの繰り返し性を示す半導体ウェーハの平面図である。

【図3】図3は、光学式の半導体ウェーハ欠陥検査装置の概略構成を示す斜視図である。

【図4】図4は、検査装置の検査結果情報の一例を示す図である。



【図5】図5は、電子線式半導体ウェーハ欠陥検査装置の概略構成を示す正面図である。

【図6】図6は、顕微鏡システムにおいて欠陥部の高倍率画像を得る処理の流れを示す図である。

【図7】図7は、顕微鏡システムにおいて欠陥部および比較対象部の高倍率画像を得る処理の流れを示す図である。

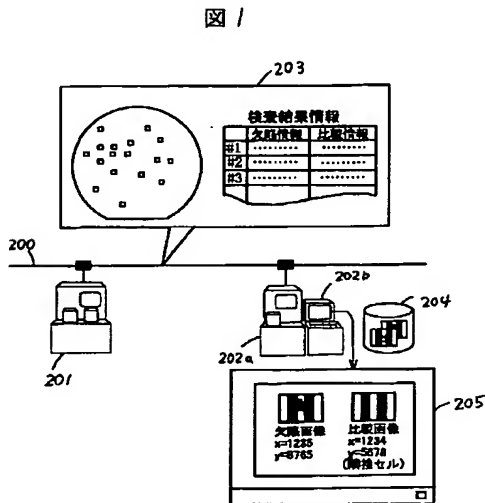
【図8】図8は、顕微鏡システムにおいて欠陥部の高倍率画像を得る別の処理の流れを示す図である。

【図9】図9は、顕微鏡システムにおいて欠陥部および比較対象部の高倍率画像を得る別の処理の流れを示す図である。

【図10】図10は、電子顕微鏡システムにおいて、欠陥部および比較対象部の高倍率画像を得る別の処理の流れを示す図である。

【図11】図11は、本発明による半導体ウェーハ欠陥

【図1】



【図4】

検査結果情報

欠陥ID	欠陥情報				比較情報	
	座標X	座標Y	特徴量1	特徴量2	セル比較/テップ比較	比較対象座標X (相対座標)
01						
02						
03						
04						

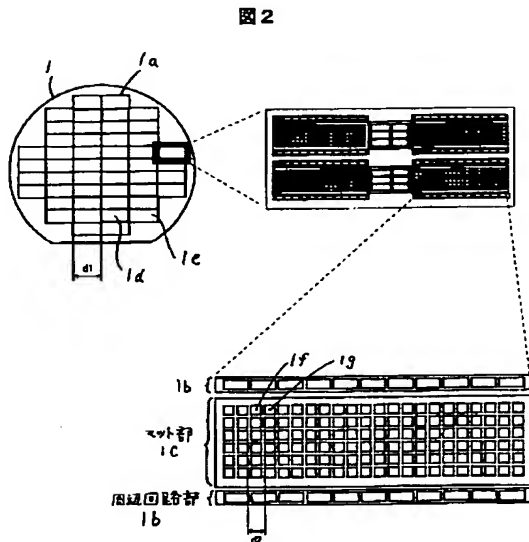
部の高倍率画像自動収集システムの第2の実施の形態の全体構成を示す正面図である。

【図12】図12は、本発明による半導体ウェーハ欠陥部の高倍率画像自動収集システムの第3の実施の形態の全体構成を示す正面図である。

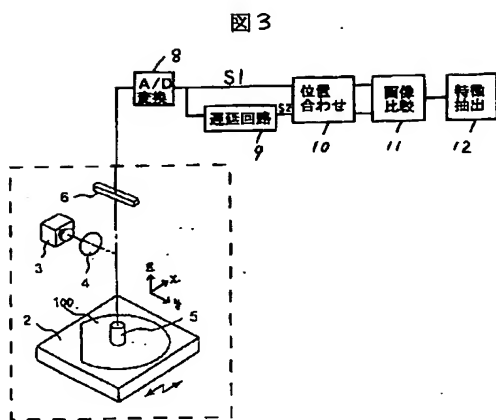
【符号の説明】

1…ウェーハ、2…ステージ、3…光源、6…リニアイメージセンサー、8…A/D変換器、10…遅延回路、11…位置合わせ回路、12…特徴抽出回路、31…電子銃、32…コンデンサレンズ32、33…対物レンズ、34…走査偏向器、132…ステージ、25…2次電子検出器、26…アンプ、200…ネットワーク、201…半導体ウェーハ検査装置、202…顕微鏡システム、203…検査結果情報、204…記憶装置、205…レビュー用モニター、206…欠陥数絞り込みのための計算機、207…欠陥自動分類用計算機

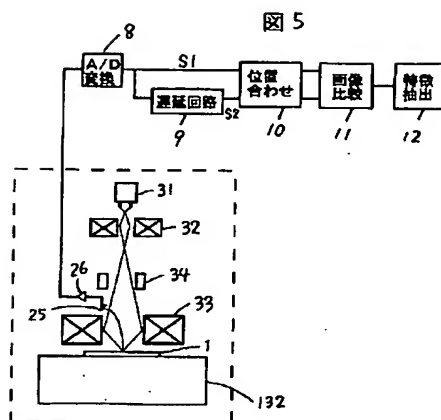
【図2】



【図3】



【図5】

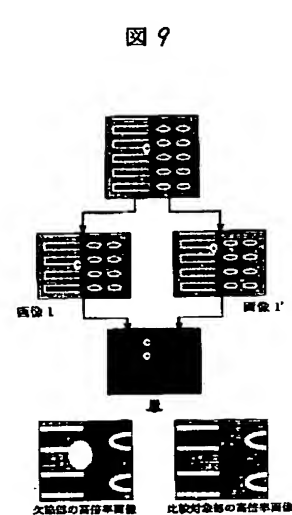
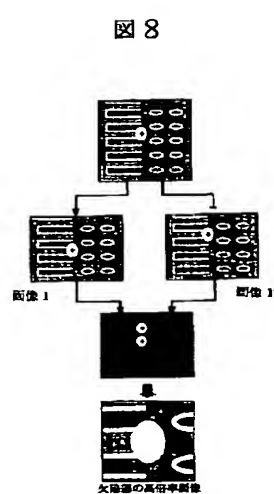
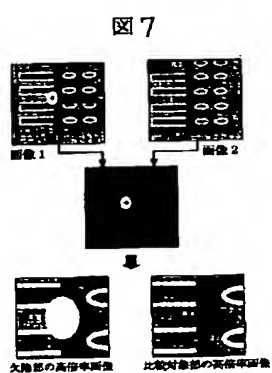
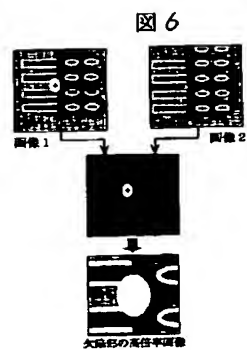


【図6】

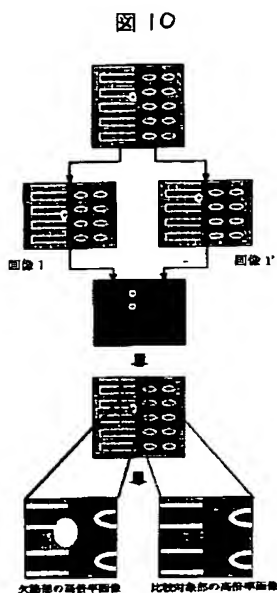
【図7】

【図8】

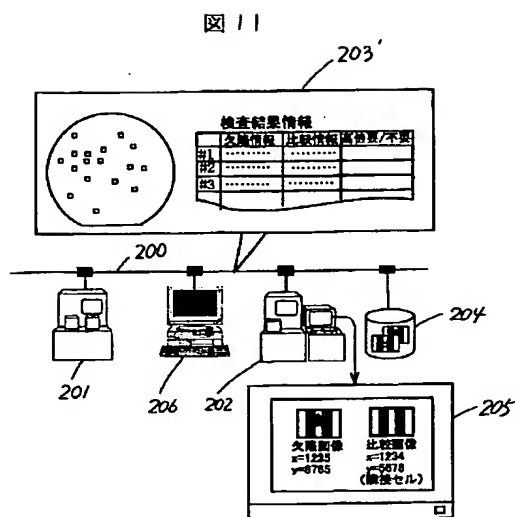
【図9】



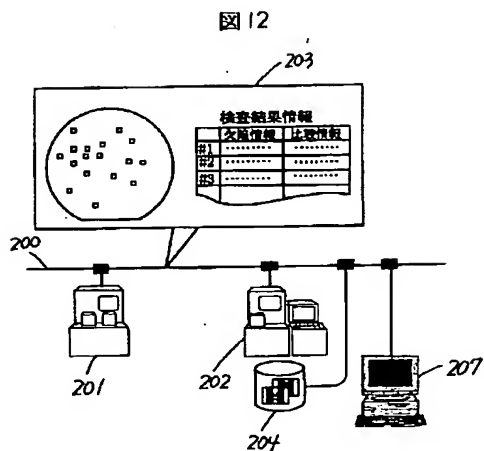
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 下田 篤  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 小原 健二  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 中垣 亮  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株  
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 磯貝 静志  
茨城県ひたちなか市市毛882番地 株式会  
社日立製作所計測器グループ内

(72)発明者 小沢 康彦  
茨城県ひたちなか市市毛882番地 株式会  
社日立製作所計測器グループ内

(72)発明者 馬場 英花  
茨城県ひたちなか市市毛882番地 株式会  
社日立製作所計測器グループ内

(72)発明者 渡辺 健二  
東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株  
式会社日立製作所半導体グループ内

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA49 AA61 BB02 BB03  
BB18 BB27 CC19 DD06 FF04  
FF42 GG02 HH13 JJ02 JJ09  
JJ25 LL00 LL05 MM03 MM22  
PP12 PP24 QQ03 QQ11 QQ21  
QQ24 QQ25 QQ28 RR01 RR02  
RR09 SS02 SS13 TT02  
4M106 AA01 CA39 DB04 DB05 DB21  
DJ11 DJ18 DJ21 DJ23  
5B057 AA03 BA02 CA12 CA16 DA03  
DA08 DB02